

# 薇甘菊栽培的巨大口蘑营养成分研究

莫美华<sup>1</sup>, 高亿波<sup>2</sup>, 马紫英<sup>3</sup>, 谢伟忠<sup>2</sup>, 刘春燕<sup>2</sup>, 黄茂俊<sup>2</sup>, 邱仕奇<sup>1</sup>, 许少嫦<sup>2</sup>, 喻晓明<sup>1</sup>, 吴英<sup>1</sup>

(1. 华南农业大学食品学院, 广东广州 510642)

(2. 广东省林业有害生物防治检疫管理办公室, 广东广州 510173) (3. 中国科学院微生物研究所, 北京 100101)

**摘要:** 本研究对薇甘菊栽培的巨大口蘑营养成分进行了研究, 结果表明: 每 100 g 干的巨大口蘑子实体中总糖、多糖、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白、灰分含量分别为 54.24 g、13.42 g、5.52 g、1.60 g、15.55 g、6.21 g。巨大口蘑中含有 17 种人体所需的氨基酸, 氨基酸总量为 15.13 g/100 g, 其中必需氨基酸占氨基酸总量的 40.38%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 (E/N) 为 0.68, 符合 FDA 和 WHO 提出的理想蛋白质必需氨基酸含量达 40% 以上, E/N 在 0.6 以上的要求。矿物质元素 K、Na、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn 含量分别为 27.58 g/kg、0.24 g/kg、0.23 g/kg、0.90 g/kg、69.72 mg/kg、55.52 mg/kg、51.46 mg/kg、10.05 mg/kg。有毒重金属铅、镉、总砷的含量低于食用菌质量安全要求的重金属含量限量标准。总汞含量有少许超标。这一研究结果为薇甘菊栽培巨大口蘑的进一步开发和利用提供了理论依据, 也为薇甘菊的综合防治提供了新方法。

**关键词:** 巨大口蘑; 薇甘菊; 营养成分

文章编号: 1673-9078(2018)01-239-244

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.1.037

## Study on Nutritional Components of *Tricholoma giganteum* Cultivated with *Mikania micrantha*

MO Mei-hua<sup>1</sup>, GAO Yi-bo<sup>2</sup>, MA Zi-ying<sup>3</sup>, XIE Wei-zhong<sup>2</sup>, LIU Chun-yan<sup>2</sup>, HUANG Mao-jun<sup>2</sup>, QIU Shi-qi<sup>1</sup>, XU Shao-chang<sup>2</sup>, YU Xiao-ming<sup>1</sup>, WU Ying<sup>1</sup>

(1. College of Food Science of South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China) (2. Guangdong Provincial Forestry Pest Management Office, Guangzhou 510173, China) (3. Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The nutritional components of *Tricholoma giganteum* cultivated with *Mikania micrantha* was studied in this study, and results showed that the content of total sugar, polysaccharide, crude fiber, crude fat, crude protein and ash were 54.24 g, 13.42 g, 5.52 g, 1.60 g, 15.55 g, 6.21 g in per 100 g dried fruiting body of *Tricholoma giganteum*, respectively. *Tricholoma giganteum* contained 17 essential amino acids, and the total amount of amino acids was 15.13 g/100 g, of which essential amino acids accounted for 40.38%. The ratio of essential amino acids to non-essential amino acids (E/N) was 0.68, which met the requirements of FDA and WHO that the essential amino acid content of ideal protein should be above 40% and E/N should be above 0.6. In addition, the mineral elements content of K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe and Mn was 27.58 g/kg, 0.24 g/kg, 0.23 g/kg, 0.90 g/kg, 69.72 mg/kg, 55.52 mg/kg, 51.46 mg/kg and 10.05 mg/kg, respectively, and the content of toxic heavy metals such as lead, cadmium and total arsenic content was lower than the limit standards for heavy metal content of edible fungi. Total mercury content was slightly excessive. The results of this study provided a theoretical basis for the further development and utilization of *M. micrantha* cultivated with *T. giganteum* and a new method for the comprehensive control of *M. micrantha*.

**Key words:** *Tricholoma giganteum*; *Mikania micrantha*; nutritional components

巨大口蘑(*Tricholoma giganteum* Masee), 隶属于担子菌亚门 (Basidiomycotina)、层菌纲 (Hymenomycetes)、伞菌目 (Agaricales)、白蘑科(口蘑

收稿日期: 2017-09-15

基金项目: 广东省科技计划项目 (2015A020209144); 广州市产学研合作创新重大项目 (201704020020); 2016 广东省农业标准化研究项目

通讯作者: 莫美华 (1966-), 女, 博士研究生, 教授, 研究方向: 食用真菌学

科)(*Tricholomataceae*)、口蘑属(*Tricholoma*)的一种珍稀大型食用菌。其子实体营养丰富、味道鲜美, 且具有抗肿瘤、免疫调节、抗氧化、抑制高血压, 抑制细菌、真菌和艾滋病毒等多种生理功能<sup>[1-6]</sup>。巨大口蘑是一种草腐型真菌, 主要分解纤维素、半纤维素等营养物质, 适宜的原材料有稻草、棉籽壳、玉米芯和作物秸秆等<sup>[7,8]</sup>。为了能够更好的发掘巨大口蘑的栽培特性, 提高产量, 许多学者根据地域情况寻找其他的材料替代棉

籽壳等常规材料栽培巨大口蘑。

赵承刚等利用木薯酒精渣及木薯秆屑栽培巨大口蘑,其效果明显优于麸皮<sup>[9]</sup>。马紫英等以椰子壳为主要材料栽培巨大口蘑,结果表明不同成分的含量与产量之间有着密切的相关性<sup>[10]</sup>。郭翠英等分别用沟叶结缕草及杂木屑为主要栽培基质,以棉籽壳、碳酸钙和米糠为辅料,增产 94.5%,生物效率可达 155.8%<sup>[11]</sup>。福建农科院在传统栽培料棉籽壳的基础上添加豆科牧草圆叶决明营养配方栽培巨大口蘑具有极显著的增产效果<sup>[12]</sup>。云南王元忠等尝试用菜籽皮作培养料栽培的巨大口蘑,其鲜菇产量、粗蛋白含量、亚油酸含量都有提高<sup>[13]</sup>。

薇甘菊 (*Mikania micrantha*) 为菊科假泽兰属植物,多年生草质或稍木质藤本,具蔓生茎,又称一分钟一英里杂草,是世界十大恶性入侵杂草之一<sup>[14,15]</sup>。原产中、南美洲,现广泛分布于西非、印度、东南亚、太平洋岛屿、澳大利亚等地,是危害经济作物和森林植被的主要害草,对入侵地的生物多样性、生态环境及农林业生产的安全构成严重威胁<sup>[16]</sup>。

目前对该入侵植物的主要防治方法有人工清除、化学防治、种群竞争和生物防治,其中生物防治为最安全有效的方法<sup>[17,18]</sup>。化学防治会带来环境污染<sup>[19,20]</sup>;种群竞争需要选好物种,且要掌握好栽培时机;人工清除费时费工,而且清除的薇甘菊如不集中处理,其茎节又可萌发长成新个体;如果焚烧即造成环境污染,多年后焚烧地幼苗又会重新生长起来<sup>[21]</sup>。因此寻找新的防治方法和综合治理措施显得尤为迫切。本文测试了利用薇甘菊栽培的巨大口蘑的营养成分,为薇甘菊栽培巨大口蘑的进一步开发和利用提供理论依据,也为薇甘菊的综合防治提供新方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原材料

薇甘菊:野外采集,常温阳光下晒干,切碎,作为栽培巨大口蘑的原材料;巨大口蘑:为华南农业大学食品学院应用真菌研究室分离、鉴定、保藏菌种;甘蔗渣、棉籽壳、麸皮和石灰购于广州华业食用菌有限公司。

#### 1.1.2 试剂

磷酸二氢钾、无水碳酸钠、轻质碳酸钙、苯酚、氢氧化钠、氢氧化钾、硫酸钾和硼酸等试剂购于广州化学试剂厂;浓盐酸、硝酸和高氯酸购于广州东红化工厂;甲基红购于公私合营新中化学厂;溴甲酚绿购

于天津市大茂化学试剂厂;硫酸镁和轻质碳酸钙购于天津福晨试剂厂;酵母粉购于安琪酵母有限公司;葡萄糖购于广州伟伯化工有限公司;无水硫酸铜购于天津中信凯泰化工有限公司;邻苯二甲酸氢钾、乙醇和乙醚购于天津市瑞金特化学有限公司;除用于配制培养基的硫酸镁、碳酸钙和磷酸二氢钾为化学纯外,分析用的试剂均为分析纯。

50 g/L 苯酚溶液:称取 5 g 苯酚 ( $C_6H_6O$ , 重蒸),用水溶解于 100 mL 容量瓶中,定容后摇匀,转至棕色瓶,置 4 °C 冰箱中避光贮存;

盐酸标准滴定溶液:准确量取 9 mL 盐酸,注入 1000 mL 水中,摇匀。

100 mg/L 葡萄糖标准溶液:将葡萄糖于 105 °C 恒温烘干至恒重,称取葡萄糖约 0.1 g (精确值 0.0001 g),用水溶解于 1000 mL 容量瓶中,定容后摇匀,置 4 °C 冰箱中避光贮存,两周内有效;

加速剂:将 600 g 硫酸钾和 100 g 五水合硫酸铜混匀,充分研磨后过 40 目筛,试剂瓶内密封保存。

盐酸标准溶液:浓度 0.05 mol/L 或 0.1 mol/L,用无水碳酸钠或邻苯二甲酸氢钾标定其浓度,精确到小数点后第四位。

甲基红-溴甲酚绿混合指示剂:50 mL 浓度为 2 g/L 的溴甲酚绿 95%乙醇溶液和 10 mL 浓度为 2 g/L 的甲基红 95%乙醇溶液混合。

#### 1.1.3 培养基

栽培巨大口蘑的培养基:蔗渣 41.80%,棉籽壳 13.93%,薇甘菊 37.16%,酵母粉 0.74%,麸皮 1.86%,轻质碳酸钙 0.42%,硫酸镁 0.42%,磷酸二氢钾 0.37%,1.5%石灰。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 样品制备

子实体采摘后,去除泥沙称重,清洗,用手撕成小块,50 °C 鼓风干燥 6 h 以上,待样品干燥至恒重后,在干燥器内冷却,粉碎,过 60 目筛,储存在干燥器内备用。

### 1.2.2 水分含量的测定

水分含量测定,采用重量法<sup>[22]</sup>。

### 1.2.3 灰分含量的测定

灰分含量测定,采用重量法<sup>[22]</sup>。

### 1.2.4 粗脂肪含量的测定

粗脂肪含量测定,采用索氏提取法<sup>[22]</sup>。

### 1.2.5 总糖含量的测定

多糖含量测定,采用苯酚-硫酸法<sup>[22]</sup>。分别吸取 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL 的葡萄糖标准溶液制定标

准曲线。

### 1.2.6 粗多糖含量的测定

多糖含量测定,采用苯酚-硫酸法<sup>[22]</sup>。标准曲线的测定同总糖。

### 1.2.7 粗纤维含量的测定

粗纤维含量测定,采用重量法<sup>[22]</sup>。

### 1.2.8 粗蛋白含量的测定

粗蛋白质含量测定,采用凯氏定氮法<sup>[22]</sup>。

### 1.2.9 氨基酸含量的测定

氨基酸含量测定采用荧光分光光度法,参考王元忠等<sup>[23]</sup>。待测样品置 6 mol/L HCl 中,于 110 °C 水解 24 h,用日立 855-350 型氨基酸分析仪测定氨基酸组成。色氨酸于碱水解后用荧光分光光度法测定。

检测条件为柱温: 57 °C; 色谱柱: 日立 855-350 型; 反应柱温: 134 °C; 分析时间: 59 min; 进样量 20 μL; WindowNT 操作系统; 检测波长为 570 nm 和 440 nm (脯氨酸)。

### 1.2.10 矿质元素的测定

矿质元素含量测定,采用原子吸收分光光度法(日本岛津 AA-6800 型原子吸收分光光度计)。矿质元素的测定方法参照刘凤枝等和李涛等的方法进行<sup>[24,25]</sup>。

#### 1.2.10.1 全磷的测定

全磷的测定参考刘凤枝等的方法<sup>[24]</sup>,采用硫酸-双氧水消煮-钒钼黄比色法。

#### 1.2.10.2 全钾的测定

全钾的测定参考刘凤枝等的方法<sup>[24]</sup>,采用硫酸-双氧水消煮-火焰原子吸收分光光度法。

#### 1.2.10.3 全钙、全镁、全铜、全锌、全钠、全铁和全锰的测定

全钙、全镁、全铜、全锌、全钠、全铁、全锰的测定参考刘凤枝等和李涛等的方法<sup>[24,25]</sup>,采用干灰化-稀盐酸溶解-火焰原子吸收分光光度法。

#### 1.2.10.4 全镉、全铅的测定

全镉、全铅的测定参考刘凤枝等的方法<sup>[24]</sup>,采用硝酸-高氯酸消煮-火焰原子吸收分光光度法。

#### 1.2.10.5 全汞的测定

冷原子吸收光谱法:按照《GB/T 5009.17-2003 食品中总汞及有机汞的测定》进行<sup>[26]</sup>。

#### 1.2.10.6 全砷的测定

银盐法:按照《GB/T5009.11-2003 食品中总砷及无机砷的测定》进行<sup>[27]</sup>。

### 1.2.11 数据统计分析

实验数据均采用软件 DPS v9.5 进行分析,以

Duncan 新复极差法进行显著性检验,实验结果表述为平均值±标准差,  $p < 0.05$  为差异显著<sup>[28]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 巨大口蘑主要营养成分测定结果

巨大口蘑主要营养成分测定结果如表 1。每 100 g 薇甘菊栽培巨大口蘑干子实体中的多糖、总糖、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白、灰分含量分别为 12.91 g、54.21 g、5.52 g、1.60 g、15.22 g 和 6.21 g。鲜子实体中的水分含量为 88.56%。其多糖含量比云南野生口蘑(11.59 g)和云南栽培口蘑(8.40 g)均高<sup>[23]</sup>,且超过著名的鸡枞(约 7%)和价格昂贵的松茸(约 7.9%)<sup>[29,30]</sup>。薇甘菊栽培的巨大口蘑多糖含量丰富,有很好的生理活性,是一种很好的保健功能食品,这表明薇甘菊是栽培巨大口蘑的一个很好的原材料。

### 2.2 薇甘菊栽培巨大口蘑中氨基酸含量

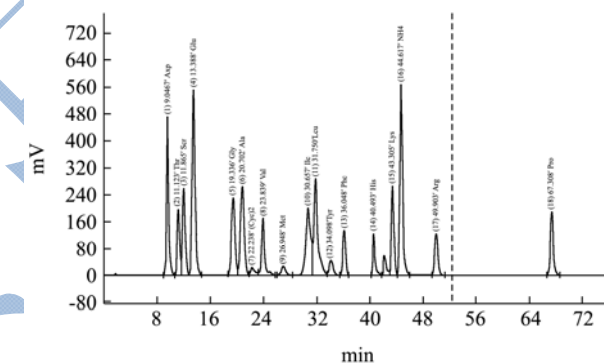


图 1 薇甘菊栽培巨大口蘑子实体氨基酸组成及含量测定结果

Fig.1 Composition and content of amino acids in fruiting body of *Tricholoma giganteum* cultivated with *Mikania micrantha*

薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体氨基酸测定峰图如图 1,经分析得出薇甘菊栽培巨大口蘑中氨基酸的组成及含量,如表 2。

图 1 中显示有 18 个氨基酸的峰,除 16 号峰为  $\text{NH}_4$  以外,其他均为氨基酸的峰,说明巨大口蘑中含有 17 种氨基酸,但是色氨酸在测定过程中损失了。

氨基酸总量为 15.13 g/100 g,必需氨基酸占氨基酸总量的 40.38%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(E/N)为 0.68,符合 FAO/WHO 提出的理想蛋白质必需氨基酸含量达到 40%以上, E/N 在 0.6 以上的要求。所以薇甘菊栽培的巨大口蘑所含氨基酸种类丰富,人体必需氨基酸占总氨基酸的比例高,有很高的营养价值。

表1 薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体主要营养成分含量

Table 1 Content of main nutritional components in fruiting body of *Tricholoma giganteum* cultivated with *Mikania micrantha*

材料	主要营养成分含量(g/100 g, 干重)						
	多糖	总糖	粗纤维	粗脂肪	粗蛋白	灰分	鲜菇水分/%
薇甘菊栽培的巨大口蘑	12.91±0.14	54.21±1.23	5.52±1.00	1.60±0.20	15.22±1.22	6.21±0.71	88.56±2.48

表2 薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体中氨基酸的组成及含量

Table 2 Composition and content of amino acids in fruiting body of *Tricholoma giganteum* cultivated with *Mikania micrantha*

必需氨基酸 (EAA)		非必需氨基酸 NEAA	
氨基酸名称	含量 (g/100 g, 干重)	氨基酸名称	含量 (g/100 g, 干重)
Val 缬氨酸	0.77±0.02	Asp 天冬氨酸	1.70±0.01
Met 蛋氨酸	0.20±0.01	Tyr 酪氨酸	0.31±0.00
Ile 异亮氨酸	1.48±0.00	Gly 甘氨酸	0.63±0.00
Leu 亮氨酸	1.57±0.00	Ser 丝氨酸	0.76±0.01
Thr 苏氨酸	0.67±0.00	Glu 谷氨酸	2.54±0.00
Phe 苯丙氨酸	0.55±0.00	Ala 丙氨酸	0.95±0.00
Lys 赖氨酸	0.87±0.00	Cys 半胱氨酸	0.32±0.00
Trp 色氨酸	损失	His 组氨酸	0.43±0.00
必需氨基酸总量	6.11	Arg 精氨酸	0.71±0.00
NH4	0.53±0.00	Pro 脯氨酸	0.67±0.00
总氨基酸含量	15.13	非必需氨基酸总量	9.02
E%	40.38	N%	59.62
E/N	0.68		

### 2.3 薇甘菊栽培巨大口蘑中矿物质元素含量

薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体矿质元素含量测定结果如表3。其中含有人体所需的大量元素K、Na、Ca、Mg及微量元素Fe、Cu、Mn、Zn等，其中K的

含量大于云南野生口蘑和云南栽培口蘑的含量，而钠的含量低于云南野生口蘑和云南栽培口蘑<sup>[23]</sup>，这说明薇甘菊栽培的巨大口蘑属于低钠高钾食品，进一步证明了它为一种健康食品。

表3 不同来源巨大口蘑子实体中矿质元素含量比较

Table 3 Comparison of mineral element content in different sources of fruiting body of *Tricholoma giganteum*

矿质元素名称	不同巨大口蘑矿质元素含量 (mg/kg, 干重)		
	薇甘菊栽培巨大口蘑	云南栽培巨大口蘑*	云南野生巨大口蘑*
K	27580.03±65.17	20426.00	17654.40
Na	238.01±1.29	1652.70	1644.30
Ca	228.04±1.99	493.40	178.00
Mg	897.02±2.49	1125.60	909.30
Cu	69.72±0.70	162.30	184.10
Zn	55.52±0.71	370.80	102.00
Fe	51.46±1.17	332.10	171.50
Mn	10.05±0.28	23.10	3.90

注：“\*”表示引自(王元忠等, 2005)<sup>[23]</sup>。

### 2.4 薇甘菊栽培巨大口蘑中有毒重金属含量

对薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体进行有害重金属检测结果如表4，对比食用菌质量安全要求(表5)可以看出，除了总汞含量有少许超标，铅、镉、总砷含

量均在标准范围内。重金属汞超标的可能原因：一、可能是栽培材料中汞含量超标；二、可能是覆土材料受到污染造成；三、也有可能通过生物富集使浓度升高。具体原因还有待进一步实验证实，因此在口蘑栽培过程中一定要确保栽培基质和覆土材料的安全，选

取无工业污染的原材料和覆土材料,同时注意生长环境不要受到污染,以确保生产和食用的安全。

表4 薇甘菊栽培巨大口蘑子实体有害金属含量

Table 4 Harmful metal content in fruiting body of *Tricholoma*

*giganteum* cultivated with *Mikania micrantha*

蘑菇名称	重金属元素含量 (mg/kg, 干重)			
	Pb	Cd	As	Hg
薇甘菊栽培的巨大口蘑	0.01±0.00	0.212±0.01	0.683±0.00	0.240±0.00

表5 食用菌质量安全要求的重金属含量标准\*

Table 5 Standards for heavy metal content of edible fungus

蘑菇名称	重金属元素含量 (mg/kg, 干重)			
	Pb	Cd	As	Hg
食用菌	2.00	1.00	1.00	0.20

注:“\*”表示来自食品安全国家标准食用菌及其制品 GB 7096-2014 和 GB 2762-2012 食品安全国家标准 食品中污染物限量<sup>[31,32]</sup>。

### 3 结论

从实验结果中可以看出,薇甘菊不仅能用于栽培巨大口蘑,而且栽培出来的巨大口蘑营养比部分野生巨大口蘑和其他材料栽培的巨大口蘑营养更加丰富,更具保健价值,具体表现在以下几个方面:

3.1 薇甘菊栽培的巨大口蘑干子实体中(每100g)多糖、总糖、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白和灰分含量分别为12.91g、54.21g、5.52g、1.60g、15.22g和6.21g。其多糖含量比云南野生口蘑和云南栽培口蘑均高,且超过著名的鸡枞和价格昂贵的松茸。

3.2 薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体中含有17种氨基酸,氨基酸总量为15.13g/100g,必需氨基酸占氨基酸总量的40.38%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为0.68,符合FDA和WHO提出的理想蛋白质必需氨基酸含量达40%以上,E/N在0.6以上的要求。所以薇甘菊栽培的巨大口蘑所含氨基酸种类丰富和数量比例符合人体需求,营养价值高。

3.3 薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体中含有人体所需的大量元素K、Na、Ca、Mg及微量元素Fe、Cu、Mn、Zn等,其中K的含量大于云南野生口蘑和云南栽培口蘑的含量,而钠的含量低于云南野生口蘑和云南栽培口蘑,这说明薇甘菊栽培的巨大口蘑属于低钠高钾食品,为一种健康食品。

3.4 薇甘菊栽培的巨大口蘑子实体中有害重金属含量,对比食用菌质量安全要求,除了总汞含量有少许超标外,铅、镉、总砷含量均在标准范围内,特别是

铅远低于标准允许的量。

### 参考文献

- [1] Liu F, Ooi V E C, Liu W K, et al. Immunomodulation and antitumor activity of polysaccharide-protein complex from the culture filtrates of a local edible mushroom, *Tricholoma Lobayense* [J]. General Pharmacology, 1996, 27(4): 621-624
- [2] Mizuno T, Yeohlui P, Kinoshita T, et al. Antitumor Activity and Chemical Modification of Polysaccharides from Niohshimeji Mushroom, *Tricholoma giganteum* [J]. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 1996, 60(1): 30-33
- [3] Mau J, Lin H, Song S. Antioxidant properties of several specialty mushrooms [J]. Food Research International, 2002, 50(21): 519-526
- [4] Lee D H, Kim J H, Park J S, et al. Isolation and characterization of a novel angiotensin i-converting enzyme inhibitory peptide derived from the edible mushroom *Tricholoma giganteum* [J]. Peptides, 2004, 25: 621-627
- [5] Guo Y X, Wang H X, Ng T B. Isolation of trichogin, an antifungal protein from fresh fruiting bodies of the edible mushroom *Tricholoma giganteum* [J]. Peptides, 2005, 26(4): 575-580
- [6] 莫美华,张倩勉.巨大口蘑子实体抽提物抑菌活性研究[J].食品工业科技,2009,30(5):151-153  
MO Mei-hua, ZHUANG Qian-mian. Study on antimicrobial activity of the extracts of *Macrocybe giganteum* [J]. Science and Technology of Food Industry, 2009, 30(5): 151-153
- [7] Kinjo K, Miyagi T. Nutritional requirements for mycelial growth and artificial cultivation of *Tricholoma giganteum* [J]. *Mokuzai gakkaiishi*, 2006, 52(5): 320-326
- [8] Wang G Q, Chen Y Z. Cultivation of *Tricholoma giganteum* on rice straw powder [J]. Journal of Anhui Science and Technology University, 2008, 22(6): 20-23
- [9] 陈丽新,黄卓忠,韦仕岩,等.木薯酒精废渣栽培金福菇试验[J].广西农业科学,2009,40(11):1473-1475  
CHEN Li-xin, HUANG Zhuo-zhong, WEI Shi-yan, et al. Cultivation of mushroom jinfu, *Tricholoma lobayense* heim using cassava vinasse in culture medium [J]. Journal of Guangxi Agricultural Sciences, 2009, 40(11): 1473-1475
- [10] 马紫英,夏斌,倪焱,等.以椰子壳为主碳源的巨大口蘑原种培养基优化[J].北方园艺,2014,13:142-145  
MA Zi-ying, XIA Bin, NI Yan, et al. Optimization of culture medium for second-class spawn of *Tricholoma giganteum* using coconut shell as main carbon source [J]. Northern

- Horticulture, 2014, 13: 142-145
- [11] 郭翠英,沈育芬.大白口蘑厦 1 菌株的特性研究[J].食用菌,2002,25(3):11-12  
GUO Cui-ying, SHEN Yu-fen. Study on characteristics of *Tricholoma giganteum* Xiamen 1 strains [J]. Edible Fungi, 2002, 25(3): 11-12
- [12] 罗涛,江枝和,翁伯琦,等.不同用量圆叶决明栽培巨大口蘑对其产量与氨基酸含量的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(3): 65-68  
LUO Tao, JIANG Zhi-he, WENG Bo-qi, et al. Effects of different amounts of *Cassia rotundifolia* appended on the yield and amino acid of *Tricholoma lobayense* heim [J]. Chinese Journal of Eco Agriculture, 2005, 13(3): 65-68
- [13] 王元忠,李涛,罗应坤,等.用菜籽皮作培养料栽培巨大口蘑的研究[J].西部林业科学,2006,35(1):87-89  
WANG Yuan-zhong, LI Tao, LUO Ying-kun, et al. Study of culturing *Tricholoma giganteum* with rapeseed coat [J]. Journal of West China Forestry Science, 2006, 35(1): 87-89
- [14] Holm L G, Plucknett D L, Pancho J V, et al. *Mikania cordata* (Burm. f.) B. L. Robinson, *Mikania scandens* (L.) Willd. and *Mikania micrantha* H. B. K. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology [M]. Malabar, FL: Krieger Publishing Company, 1991
- [15] Huang Z L, Cao H L, Liang X D, et al. The growth and damaging effect of *Mikania micrantha* in different habitats [J]. J. Trop. Sub trop. Botany, 2000, 8(2): 131-138
- [16] 彭少麟,向言词.植物外来种入侵及其对生态系统的影响[J].生态学报,1999,19(4):560-568  
PENG Shao-lin, XIANG Yan-ci. Plant alien species invasion and its impact on ecosystem [J]. Ecology, 1999, 19(4): 560-568
- [17] Li M G, Lu E, Guo Q, et al. Evaluation of the controlling methods and strategies for *Mikania micrantha* H. B. K. [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(10): 3240-3251
- [18] Day M D, Kawib A P & Ellison C A. Assessing the potential of the rust fungus *Puccinia spegazzinii* as a classical biological control agent for the invasive weed *Mikania micrantha* in papua new guinea [J]. Biological Control, 2013, 67(2): 253-261
- [19] Zhang L L, Han S C, Li L Y, et al. Progress in Studies on the Control of Invasive Weed *Mikania micrantha* H. B. K. [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2006, 14(2): 162-168
- [20] Shen S, Xu G, Zhang F, et al. Harmful Effects and Chemical Control Study of *Mikania micrantha* H. B. K. in Yunnan, Southwest China [J]. Afr. J. Agric. Res., 2013, 8: 5554-5561
- [21] Swamy P, Ramakrishnan P. Effect of fire on population dynamics of *Mikania micrantha* H.B.K. during early succession after slash-and-burn agriculture (Jhum) in northeastern india [J]. Weed Research, 1987, 27(6): 397-404
- [22] 杨月欣,王光亚.实用食物营养成分分析手册[M].北京:中国轻工业出版社,2007  
YANG Yue-xin, WANG Guang-ya. Practical food nutrient analysis manual [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007
- [23] 王元忠,汤洪敏,虞泓,等.野生与栽培巨大口蘑子实体营养成分比较[J].中国食用菌,2005,24(3):46-47  
WANG Yuan-zhong, TANG Hong-min, YU Hong, et al. Comparison of nutrient components between wild and cultured fruiting bodies of *Tricholoma giganteum* [J]. Edible Fungi of China, 2005, 24(3): 46-47
- [24] 刘凤枝.农业环境监测使用手册[M].北京:中国标准出版社,2001  
LIU Feng-zhi. Agricultural environmental monitoring manual [M]. Beijing: China Standard Press, 2001
- [25] 李涛,王元忠,刘鸿高.巨大口蘑中微量元素的光谱测定[J].光谱学与光谱分析,2008,2(28):450-452  
LI Tao, WANG Yuan-zhong, LIU Hong-gao. Spectrometric determination of trace elements in *Tricholoma giganteum* massee [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2008, 2(28): 450-452
- [26] GB/T5009.17-2003,食品中总汞及有机汞的测定[S]  
GB/T5009 .17-2003, Determination of Total Mercury and Organic Mercury in Food [S]
- [27] GB/T5009.11-2003,食品中总砷及无机砷的测定[S]  
GB/T5009.11-2003, Determination of Total Arsenic and Inorganic Arsenic in Food [S]
- [28] Tang Q Y, Zhang C X. Data processing system (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research [J]. Insect Science, 2013, 20(2): 256-260
- [29] 王化远,何俊,超呈裕,等.鸡枞菌菌丝体中多糖的提取及含量测定[J].华西医科大学报,1996,27(4):436-437  
WANG Hua-yuan, HE Jun, CHAO Cheng-yu, et al. Extraction and determination of *Termitomyces albuminosus* mycelium polysaccharide [J]. Journal of West China University of Medical Sciences, 1996, 27(4): 436-437
- [30] 刘刚,周健,王辉,等.松茸多糖的提取及含量测定[J].中国中医药科技,2010,17(5):421-422  
LIU Gang, ZHOU Jian, WANG Hui, et al. Extraction and

- determination of polysaccharide of *Tricholoma matsutake* [J].  
Chinese Journal of Traditional Medical Science and  
Technology, 2010, 17(5): 421-422
- [31] GB7096-2014, 食品安全国家标准 食用菌及其制品[S]  
GB7096-2014, Food Safety Chinese National Standards of  
Edible Fungi and Their Products [S]
- [32] GB 2762-2012, 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]  
GB 2762-2012, Food safety Chinese National Standard Food  
Contaminant Limits [S]

现代食品科技